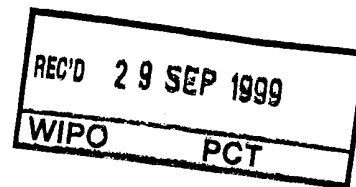


PCT/EP 99 / 05 409

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP 99 / 5409

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EU

Bescheinigung

Die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung eV in
München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Vorrichtung und Verfahren zur Beschichtung und/oder
Oberflächenmodifizierung von Gegenständen im Vakuum mittels
eines Plasmas"

am 31. Juli 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüngli-
chen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol
C 23 C 14/34 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 7. Juli 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 198 34 733.2

Brand

Patentansprüche

5

10

15

20

25

30

35

1. Vorrichtung zur Beschichtung und/oder Oberflächenmodifizierung von Gegenständen im Vakuum, mittels eines Plasmas,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein kastenförmiges Gebilde (1) aus einem elektrisch leitenden Material, eine Vakuumkammer bildet oder in eine Vakuumkammer einführbar ist, in das Gegenstände (2) durch mindestens eine verschließbare Öffnung (8) in das kastenförmige Gebilde (1) in einem Abstand zur inneren Wandung eingesetzt sind, mindestens eine Öffnung (3) zur Zu- und mindestens eine Öffnung (4) zur Abfuhr von Arbeitsgas sowie eine Öffnung (6, 6') zur Einführung von Energie für die Erzeugung einer Glimmentladung vorhanden sind; und das kastenförmige Gebilde (1) ein gegenüber dem mit der Glimmentladung erzeugten Plasma elektrisch negatives Potential aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß durch eine Öffnung (6') eine Elektrode (5) in das kastenförmige Gebilde (1) hineinragt, an der eine Gleich- oder Wechselspannung zur Plasmaerzeugung angelegt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß durch die Öffnung (6) Mikrowellen zur Plasmaerzeugung in das Innere des kastenförmigen Gebildes gerichtet sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenstände (2)

gegenüber dem kastenförmigen Gebilde (1) elektrisch isoliert angeordnet sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenstände (2) mit einem vorgebbaren elektrischen Potential beaufschlagt sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß die Innenwandung des oder das kastenförmige Gebilde (1) aus einem Beschichtungsmaterial gebildet oder als flächiges Target dort angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß das kastenförmige Gebilde (1) gekühlt ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß die lichte Weite des kastenförmigen Gebildes (1) mindestens die 1,2-fache Größe der Gegenstände (2) und die Gegenstände (2) den zur Verfügung stehenden Raum im kastenförmigen Gebilde (1) mit 0,1 % bis 30 % ausfüllen.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der Absaugöffnung (5) größer als die Summe der größeren der anderen Öffnungen (3, 6, 6') des kastenförmigen Gebildes (1) ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß das kastenförmige Gebilde (1) oder dessen innere Oberfläche aus

einem Metall, einer Metall-Legierung oder einer Metallverbindung besteht.

- 5 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß in das kastenförmige Gebilde (1) Inertgas, Reaktivgas oder ein Gemisch aus Inert- und Reaktivgas als Arbeitsgas zeitlich definiert einführbar ist.
- 10 12. Verfahren zur Beschichtung und/oder der Modifizierung von Oberflächen von Gegenständen, mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß nach Evakuierung auf einen ausreichend niedrigen Druck und Spülung mit einem Arbeitsgas im kastenförmigen Gebilde (1) ein Plasma erzeugt wird, wobei die Plasmaleistung und das negative
20 Potential des kastenförmigen Gebildes (1) so eingestellt werden, daß eine Modifizierung der Oberfläche und/oder durch Materialabtrag von der Innenwandung des kastenförmigen Gebildes (1) eine Beschichtung der Oberfläche der Gegenstände
25 (2) durchgeführt wird.
- 30 13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Modifizierung oder Beschichtung bei angelegtem negativen Potential am kastenförmigen Gebilde (1) und gezündeter Glimmentladung eine ionengestützte Desorption abgesetzter Adsorbatschichten durchgeführt wird.
- 35 14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß während der Be-

schichtung Reaktivgas zugeführt wird.

- 5
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Potentialdifferenz zwischen kastenförmigem Gebilde (1) und Plasma im Bereich zwischen 100 bis 1000 V eingestellt wird.
- 10
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Arbeitsgas mit einem Volumenstrom von 10 bis 1000 sccm/min eingestellt wird.
- 15
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß für die Oberflächenmodifizierung die Potentialdifferenz zwischen Plasma und kastenförmigen Gebilde (1) auf kleiner als 200 V eingestellt und/oder der Druck um mindestens das dreifache erhöht wird.
- 20
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß im kastenförmigen Gebilde (1) eine Hohlkathoden-Glimmentladung ausgebildet wird.
-

5

**Vorrichtung und Verfahren zur Beschichtung und/oder
Oberflächenmodifizierung von Gegenständen im Vakuum
mittels eines Plasmas**

10

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Beschichtung und/oder Oberflächenmodifizierung von Gegenständen im Vakuum unter Verwendung eines Plasmas, wobei die Möglichkeit besteht, vielgestaltige Gegenstände allseitig zu beschichten bzw. zu modifizieren, ohne daß ein großer anlagentechnischer- bzw. verfahrenstechnischer Aufwand erforderlich sind. Neben der Beschichtung bzw. Modifizierung zur Verbesserung, z.B. der Haftfestigkeit von gegebenenfalls nachträglich aufzubringenden Beschichtungen kann auch ein Reinigen, Ätzen und/oder Aktivieren ohne weiteres durchgeführt werden.

25

Neben der Modifizierung von oberflächennahen Bereichen von Gegenständen können mit der Erfindung insbesondere mikroskopisch dichte Metallschichten oder Verbindungsschichten, die eine kleine Rauigkeit aufweisen, aufgebracht werden.

30

Das Auftragen von Beschichtungen auf Gegenständen ist von G.Kienel; Vakuumbeschichtung, Band 2; VDI-Verlag GmbH Düsseldorf 1993; unter Verwendung eines planaren Gleichspannungs-Magnetrons bekannt.

35

Eine solche Lösung, ermöglicht aber nur bedingt eine

5 räumliche in 3 Dimensionen vorzunehmende Beschichtung von Gegenständen, wenn diese gleichzeitig bewegt werden, was insbesondere in hierfür erforderlichen Vakuumkammern, wenn überhaupt, nur schwer und sehr aufwendig realisierbar ist. Weisen solche Gegenstände Hinterschneidungen auf, können diese normalerweise nicht beschichtet werden.

10 Außerdem müssen schädliche Restgaseinflüsse durch Erzeugung eines Hochvakuums vermieden werden, was entweder die Zeit für die Erzeugung des Vakuums stark erhöht, teure Vakuumschleusen oder teure Hochvakuum-pumpen erfordert.

15 Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß größere Flächen parasitär beschichtet werden, was zu hohen Beschichtungsmaterialverlusten führt, die sich insbesondere bei kostenintensiven Beschichtungsmaterialien, wie z.B. Edelmetallen negativ auswirken. Zusätzlich entsteht ein erhöhter Reinigungsaufwand
20 durch die parasitären Beschichtungen in der Kammer und dort befindlichen Elemente.

25 Die Menge an Beschichtungsmaterial, das auf die entsprechenden Gegenstände aufgebracht werden kann, ist entsprechend begrenzt, so daß für erforderliche Targetwechsel eine relativ häufige Unterbrechung des Beschichtungsprozesses nötig ist.

30 Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung und ein entsprechendes Verfahren vorzuschlagen, mit dem eine Oberflächenmodifizierung und/oder Beschichtung verschiedenst gestalteter Gegenstände an allen Seiten und gegebenenfalls auch auf hinterschnittenen
35 Flächenbereichen mit geringem anlagentechnischem,

verfahrenstechnischem und Kostenaufwand erreichbar ist.

5 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 für die Vorrichtung und den Merkmalen des Anspruchs 12 für das Verfahren gelöst. Vorteil-

10

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann für die bereits eingangs in der Beschreibung genannte Beschichtung von Gegenständen mit Metallen, Metall-Legierungen oder verschiedenen Metallverbindungen, wie Metallni-

15 tride bzw. Metalloxide bzw. alternativ und kumulativ hierzu an den Oberflächen entsprechend modifiziert werden, so daß beispielsweise die Haftungseigenschaften für nachfolgend aufzubringende Beschichtungen verbessert werden können. Dabei wird ein kastenförmiges Gebilde, das beispielsweise die Form eines Rechte-

20 ckens, Kubuses oder eines Zylinders aus einem elektrisch leitenden Material aufweist, verwendet. Das kastenförmige Gebilde kann für sich gesehen eine Vakuumkammer darstellen, die durch Anschluß

25 entsprechender Pumpen und Ventile in Verbindung, mit noch nachfolgend zu nennenden technischen Elementen verwendet wird. Es besteht aber auch die Möglichkeit, ein solches kastenförmiges Gebilde in eine herkömmliche Vakuumkammer einzusetzen und dort erfindungsgemäß zu arbeiten.

30

Die zu beschichtenden bzw. modifizierenden Gegenstände werden in das Innere des kastenförmigen Gebildes eingesetzt und zwar so, daß ein direkter Kontakt zwischen den Gegenständen und der Innenwandung vermieden

35

und ansonsten eine elektrische Isolierung als Träger für die Gegenstände verwendet wird. Die Gegenstände können bevorzugt über verschließbare Öffnungen in das kastenförmige Gebilde eingesetzt werden, so daß die Gegenstände allseitig umschlossen sind. Das kastenförmige Gebilde kann aber auch aus zwei Teilen bestehen, wobei ein Teil einen Deckel bildet, der auf das Unterteil aufsetzbar ist.

10 Zumindest die Innenwandung sollte aus einem für die Beschichtung geeigneten Material bestehen. Selbstverständlich kann aber auch das gesamte kastenförmige Gebilde aus einem für die Beschichtung geeigneten Material gebildet sein oder an den Innenwandungen des kastenförmigen Gebildes können flächige Targets aus einem Beschichtungsmaterial angeordnet werden.

20 Außerdem sind Öffnungen für die Zu- und Abführung von Arbeitsgas sowie mindestens eine Öffnung, durch die Energie zur Erzeugung einer Glimmentladung, in das kastenförmige Gebilde eingeführt werden kann, erforderlich.

25 Für die Modifizierung bzw. Beschichtung wird das kastenförmige Gebilde gegenüber dem mit der Glimmentladung erzeugten Plasma auf ein elektrisch negatives Potential gelegt.

30 Die durch eine Glimmentladung hervorgerufene Plasmaerzeugung kann auf verschiedene Art und Weise erfolgen. Hierfür besteht einmal die Möglichkeit, durch eine Öffnung eine Elektrode in das Innere des kastenförmigen Gebildes einzuführen, an die eine Gleich- oder Wechselspannung angelegt wird. Bei Anlegung einer Gleichspannung ist die Elektrode als Anode ge-

35

schaltet. Die entsprechend angelegte Wechselspannung kann nieder-, mittel- bzw. hochfrequent sein.

5 Eine alternative Möglichkeit zur Erzeugung des Plasmas besteht darin, durch eine Öffnung Mikrowellen in das Innere des kastenförmigen Gebildes zu richten und damit das Plasma zu erzeugen.

10 Da das kastenförmige Gebilde gegenüber dem Plasma ein negatives elektrisches Potential aufweist, kann an der inneren Oberfläche durch Auftreffen energiereicher, positiver Ionen aus dem Plasma Material abgetragen werden (Kathodenzerstäubung), das sich dann auf den Gegenständen niederschlägt. Hierfür muß jedoch eine ausreichende Potentialdifferenz eingestellt werden. Für den Fall, daß eine entsprechende Potentialdifferenz nicht erreicht worden ist, wird kein bzw. nahezu kein Material abgetragen und es erfolgt lediglich eine Modifizierung im oberflächennahen Bereich
15
20 der im kastenförmigen Gebilde aufgenommenen Gegenstände. Die Gegenstände können aus den verschiedensten Materialien, wie z.B. Metall, Kunststoff oder Keramik bestehen.

25 Durch einfache Erhöhung der Potentialdifferenz zwischen kastenförmigem Gebilde und Plasma kann im Nachgang zur Modifizierung die Beschichtung der Gegenstände eingeleitet werden. Durch den entsprechenden Materialabtrag an allen Innenwänden des kastenförmigen Gebildes ist eine allseitige Beschichtung von
30 beliebig dreidimensional geformten Gegenständen, ohne zusätzliche Manipulation der Gegenstände möglich und es können auch Hinterschneidungen beschichtet werden, wobei sich hier ein erhöhter Arbeitsdruck, der zur
35 gestreuten Verteilung der abgetragenen Materialbe-

standteile führt, positiv auswirkt. Es kann also eine gleichförmige und nahezu gleichzeitige Modifizierung und/oder Beschichtung von Gegenständen erreicht werden.

5

Das Beschichtungsmaterial, das nicht direkt auf der Oberfläche der Gegenstände abgeschieden wird, schlägt sich im wesentlichen wieder an der inneren Oberfläche des kastenförmigen Gebildes nieder und geht so dem Beschichtungsprozeß nicht verloren. Da Streubeschichtungen nur auf relativ kleinformatige Einbauten im kastenförmigen Gebilde, wie beispielsweise einem Träger, auf dem die Gegenstände gehalten sind, sich absetzen, verringert sich der Reinigungsaufwand gegenüber herkömmlichen Lösungen beträchtlich.

10

15

Den sich bekanntermaßen in solchen Prozessen bildende Adsorbatschichten, die durch Desorption bei Vakuumbeschichtungsprozessen durch ihre Desorption während der Beschichtung, die Schichtqualität und die Schichthaftung nachteilig beeinflussen, kann sehr effektiv durch Ionenbeschußentfernung entgegengewirkt werden. Hierfür kann das Innere des kastenförmigen Gebildes vor der eigentlichen Beschichtung relativ kurzzeitig mit geringer Plasmaleistung, geringerem negativen Potential am kastenförmigen Gebilde und/oder durch Beaufschlagung mit einem erhöhten Arbeitsdruck gereinigt werden, so daß für die Entfernung der Adsorbatschichten keine zusätzlichen technischen Erfordernisse getroffen werden müssen und das Adsorbat nach dem Ablösen ohne weiteres mit dem Arbeitsgas abgesaugt werden kann.

20

25

30

35

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht auch die Möglichkeit, einen großen Teil der Adsorbat-

schichten bereits vor dem Auslösen der Glimmentladung und Plasmaerzeugung mit dem Einleiten und Absaugen von sauberem, trockenem Arbeitsgas bereits während der Evakuierungsphase zu entfernen. Hierzu wird relativ wenig Arbeitsgas benötigt, da das kastenförmige Gebilde und dessen innere Oberfläche, im Vergleich zur inneren Oberfläche herkömmlicher Vakuumbeschichtungskammern, bei gleichem Volumen der zu beschichtenden Gegenstände, relativ klein sein kann.

Durch den Ionenbeschuß kann die innere Oberfläche des kastenförmigen Gebildes auf einfache Art und Weise und ohne zusätzlichen technischen Aufwand erwärmt werden, so daß die Desorption der Adsorbatschichten erheblich beschleunigt werden kann.

Für den Fall, daß das kastenförmige Gebilde in eine größer formatige Vakuumkammer eingesetzt worden ist und demzufolge nicht selbst als Vakuumkammer wirkt, bleibt der Effekt erhalten, da die Gasströmung im kastenförmigen Gebilde durch den relativ kleinen freien Querschnitt seiner Öffnungen keine desorbieren Gase von der Wandung der größeren Vakuumkammer in das kastenförmige Gebilde eindringen läßt.

Da die Reinigung des Innenraumes des kastenförmigen Gebildes von Adsorbatschichten durch Ionenbeschuß und Gasströmung sehr wirksam ist, und der erforderliche Arbeitsdruck während der eigentlichen Beschichtung im Bereich des Grob-/Feinvakuums liegt, ist keine Hochvakuumpumpe mit entsprechend hohem Kostenaufwand erforderlich.

Gegenüber der bekannten Lösung der Beschichtung mit Magnetronquellen bietet die erfindungsgemäße Lösung

einen weiteren Vorteil, der darin besteht, daß wesentlich mehr Beschichtungsmaterial zur Verfügung steht, als dies bei den dort zu verwendenden Targets der Fall ist. Da die gesamte innere Oberfläche des kastenförmigen Materials aus Beschichtungsmaterial besteht oder dort entsprechend dimensionierte flächige Targets aus einem solchen Beschichtungsmaterial angeordnet sind, ist der Beschichtungsmaterialvorrat wesentlich größer und der Prozeß muß entsprechend seltener für eine Nachbeschickung mit Beschichtungsmaterial unterbrochen werden. Außerdem verändern sich dadurch auch bei starkem Abtrag von Beschichtungsmaterial die Plasmaparameter nicht unzulässig. Außerdem kommt es nicht zu einer Begrenzung durch den von einer großen Dicke der Targets hervorgerufenen Wärmewiderstand.

Das kastenförmige Gebilde kann in Verbindung mit dem Druck des Arbeitsgases so dimensioniert werden, daß die infolge der eingebrachten Energie hervorgerufene Entladung den Charakter einer Hohlkathoden-Glimmentladung trägt, so daß eine besonders hohe Plasmadichte und demzufolge eine große Beschichtungsrate erreicht werden kann, ohne daß teure Permanentmagneten, wie bei der Verwendung von Magnetronen, erforderlich sind. Dabei kann die von M. v. Ardenne in "Effekte der Physik"; Verlag Harry Deutsch; Thun, Frankfurt/-

Main; 1990 genannte Bedingung Druck * Rohr-Innendurchmesser = 1 Torr cm mit einem Toleranzbereich maximal 0,1 - 10 Torr cm für die Entstehung einer Hohlkathodenentladung entsprechend berücksichtigt werden, wenn für den Rohr-Innendurchmesser die jeweilige lichte Weite des kastenförmigen Gebildes gesetzt wird.

Da erfindungsgemäß die Modifizierung und Beschichtung bei relativ niedrigen Temperaturen durchgeführt werden kann, besteht außerdem die Möglichkeit und es wirkt sich günstig aus, das kastenförmige Gebilde mit einer Kühlung, bevorzugt Wasserkühlung auszustatten.

Wie bereits erwähnt, kann die Potentialdifferenz zwischen dem erzeugten Plasma und dem kastenförmigen Gebilde definiert beeinflusst werden und im Bereich zwischen 100 bis 1000 V eingestellt werden. Dabei genügen die kleineren Spannungswerte für die Modifizierung und die höheren Spannungswerte sind für das Aufbringen einer Beschichtung erforderlich.

Der Druck im kastenförmigen Gebilde kann im Bereich zwischen 10^{-3} bis 10 mbar definiert eingestellt werden.

Die Absaugöffnung für das Arbeitsgas hat eine Größe zwischen einigen cm^2 bis ca. 100 cm^2 und es ist günstig, die anderen Öffnungen im kastenförmigen Gebilde so zu dimensionieren, daß deren Summe kleiner als die Größe der Absaugöffnung ist.

Das kastenförmige Gebilde kann eine lichte Weite im Bereich zwischen 1 cm und 1 m aufweisen und sollte mindestens die 1,2-fache Größe der Gegenstände aufweisen und maximal 10-fach so groß sein. Die Gegenstände, die modifiziert bzw. beschichtet werden sollen, sollten im Inneren des kastenförmigen Gebildes ein Volumen von etwa 0,1 % bis 30 % ausfüllen. Die Gegenstände im kastenförmigen Gebilde sollten von diesem elektrisch isoliert auf z.B. einem oder mehreren Trägern gehalten sein und zur Innenwandung des kastenförmigen Gebildes einen Abstand von mindestens

0,1 bis maximal 10 cm aufweisen.

5 Als Beschichtungsmaterial kommen verschiedene Metalle, wie z.B. Kupfer, Aluminium, Titan oder Legierungen davon zum Einsatz. Es können aber auch Metallverbindungen, wie z.B. Titannitrid oder Indium-Zinn-Oxid verwendet werden.

10 Das Arbeitsgas kann insbesondere für die Spülung und Reinigung ein sauberes, trockenes Inertgas, z.B. Argon sein. Für die Beschichtung kann jedoch ein Arbeitsgasgemisch, aus einem Inertgas und einem Reaktivgas verwendet werden. Ein solches Arbeitsgasgemisch ist z.B. Argon und Stickstoff, so daß Nitridschichten auf den Gegenständen abgeschieden werden können.

15 Der Gasfluß kann mit mindestens 10 sccm (Standard-Kubikzentimeter pro Minute) und maximal 1000 sccm eingestellt werden.

20 Für den Fall, daß nur eine sehr geringe Beschichtung oder keine Beschichtung aufgebracht werden soll, sollte die Potentialdifferenz zwischen dem Plasma und dem kastenförmigen Gebilde unterhalb 200 V eingestellt und/oder der Druck um mindestens den Faktor drei erhöht werden. Bei einer solchen Einstellung kann eine Oberflächenmodifizierung, wie bereits allgemein erwähnt, durchgeführt werden.

25 30 Nachfolgend soll die Arbeitsweise gemäß der Erfindung erst in allgemeiner Form und anschließend an zwei konkreten Beispielen näher beschrieben werden.

35 Nach dem Einbringen der Gegenstände in das kastenförmige

5 mige Gebilde, wird mittels einer Vakuumpumpe die Evakuierung des kastenförmigen Gebildes bzw. der diese umschließenden Vakuumkammer durchgeführt und gleichzeitig bzw. kurz danach folgend ein Spülen mit Arbeitsgas durchgeführt.

10 Ist ein ausreichend kleiner Druck (1 bis 10 mbar) erreicht, wird das kastenförmige Gebilde auf ein gegenüber dem Plasma negatives Potential gelegt und die Glimmentladung durch Energiezufuhr gezündet. Dadurch erfolgt die ionenunterstützte Desorption der Adsorbatschichten.

15 Nach ausreichender Reinigung wird der Druck durch Reduzierung der Arbeitsgaszufuhr auf einen Druck im Bereich zwischen 0,001 bis 1 mbar abgesenkt und die Potentialdifferenz zwischen kastenförmigem Gebilde und Plasma erhöht. Dies kann z.B. durch Erhöhung des negativen Potentials, also einer höheren negativen Spannung, die am kastenförmigen Gebilde anliegt, erfolgen. Dadurch erfolgt ein Materialabtrag des Beschichtungsmaterials von der Innenwandung des flächigen Gebildes und die in diesem befindlichen Gegenstände werden entsprechend beschichtet. Je nach aufzubringender Beschichtung kann hier reines Inertgas oder ein Inertgas-Reaktivgasgemisch als Arbeitsgas verwendet werden. Der Anteil an Reaktivgas muß jedoch entsprechend des gewünschten Schichtaufbaus eingestellt werden.

30

35 Nachfolgend kann die Glimmentladung gelöscht, die Arbeitsgaszufuhr und die Pumpe abgeschaltet und die Vakuumkammer bzw. das kastenförmige Gebilde geflutet werden und nach Öffnung die modifizierten bzw. beschichteten Gegenstände entnommen werden.

Mit den nachfolgenden Beispielen 1 und 2 soll einmal die Beschichtung von Gegenständen mit Kupfer und zum anderen mit Titanitrid konkreter beschrieben werden.

5 Beispiel 1

Die Gegenstände werden in das kastenförmigen Gebilde eingebracht, das eine Rohrform hat, sich in einem Vakuumgefäß befindet und aus massivem Kupfer besteht. Zur Evakuierung des Vakuumgefäßes wird die Vakuumpumpe eingeschaltet. Gleichzeitig wird Argon mit ca. 100 sccm (Standard-Kubikzentimeter pro Minute) zum Spülen eingelassen.

Bei Erreichen eines Druckes von 5 mbar wird das kastenförmige Gebilde auf ein negatives Potential von 300 V gegenüber einer in das kastenförmige Gebilde eingetauchten stabförmigen Anode gelegt und die Glimmentladung gezündet. Das bewirkt die ionenunterstützte Desorption der Adsorbatschichten von der Innenwand des kastenförmigen Gebildes.

Nach ausreichender Reinigung wird der Druck durch Reduzierung der Gaszufuhr auf den Arbeitsdruck von 0,5 mbar abgesenkt und das Potential des kastenförmigen Gebildes auf -500 V eingestellt, wodurch eine Beschichtung der Gegenstände mit Kupfer stattfindet.

Nach 10 min Beschichtungsdauer wird die Glimmentladung durch Abschalten der Stromzufuhr gelöscht und die Argonzufuhr abgestellt. Die Pumpe wird ausgeschaltet und das kastenförmigen Gebilde wird belüftet. Vakuumgefäß und kastenförmiges gebilde werden geöffnet und die beschichteten Gegenstände werden entnommen.

Beispiel 2

Die Gegenstände werden in das kastenförmige Gebilde
eingebracht. Der Kasten hat eine Quaderform, besteht
5 aus Aluminium und stellt selbst das Vakuumgefäß dar,
das auf seiner Innenseite nahezu vollständig mit Ti-
tanblechen ("Targets") bedeckt ist. Das kastenförmige
Gebilde weist in seiner Wand einen kurzen Rohrstutzen
auf, an dem eine Mikrowellenquelle angeschlossen ist.

10

Zur Evakuierung des Kastens wird die Vakuumpumpe ein-
geschaltet. Kurz danach wird Argon mit ca. 300 sccm
zum Spülen eingelassen. Bei Erreichen eines Druckes
von 10 mbar wird das kastenförmige Gebilde auf ein
15 negatives Potential von 250 V gelegt und die
Glimmentladung durch Einschalten der Mikrowellenquel-
le gezündet.

20

Nach 3 min Reinigung wird der Druck durch Reduzierung
der Gaszufuhr auf 0,3 mbar abgesenkt, und die Gegen-
stände werden mit einem Potential von -500 V beauf-
schlagt, wodurch eine Oberflächenreinigung erfolgt.
Anschließend wird dem Argon 10 % Stickstoff beigefügt
und das Potential des kastenförmigen Gebildes auf
25 -600 V eingestellt, wodurch eine Beschichtung der
Gegenstände mit Titannitrid stattfindet.

30

Nach 15 min Beschichtung wird die Glimmentladung ge-
löscht und die Arbeitsgaszufuhr abgestellt. Die Pumpe
wird durch ein Ventil abgesperrt und der Kasten wird
belüftet. Der Kasten wird geöffnet und die Gegenstän-
de werden entnommen.

35

Nachfolgend soll der Aufbau von möglichen Beispielen
für eine erfindungsgemäße Vorrichtung näher beschrie-

ben werden.

Dabei zeigen:

5 Figur 1 ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer eingeführten Elektrode zur Plasmaerzeugung und

10 Figur 2 ein zweites Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Öffnung, durch die Mikrowellen zur Plasmaerzeugung gerichtet werden können.

15 In der Figur 1 ist ein kastenförmiges Gebilde 1 mit rechteckigem Querschnitt dargestellt. Eine Stirnfläche 8 ist dabei als Öffnung ausgebildet, durch die die Gegenstände 2 eingeführt und wieder entnommen werden können. Die Öffnung 8 kann, wie dargestellt, wieder verschlossen werden. Durch die Öffnung 3 kann 20 Arbeitsgas in das flächige Gebilde 1 eingeführt und durch die größer ausgeführte und diametral angeordnete Öffnung 4 wieder abgeführt werden.

25 Die in diesem Fall als Anode geschaltete Elektrode 5 wird über eine weitere Öffnung 6' eingeführt. Zwischen Anode 5 und kastenförmigem Gebilde 1 ist eine nicht dargestellte Isolierung vorhanden, so daß die Potentiale voneinander getrennt sind.

30 In der Figur 2 ist ein zylinderförmiges kastenförmiges Gebilde 1 dargestellt, in dem wieder mehrere Gegenstände 2 auf einem gegenüber dem kastenförmigen Gebilde 1 isolierten Träger 7 angeordnet sind. Die obere Stirnfläche ist wiederum als Deckel 8, der entfernt und wieder aufgesetzt werden kann, ausgebildet. 35

Im Deckel 8 ist eine Öffnung 6 vorhanden, durch die Mikrowellen in das Innere des kastenförmigen Gebildes 1 gerichtet werden können und ein Plasma erzeugt werden kann.

5

Bei diesem Beispiel sind in der äußeren Mantelfläche zwei Öffnungen 3 vorhanden, durch die Arbeitgas in das Innere des kastenförmigen Gebildes 1 geführt werden kann. Das Gas kann durch die Öffnung 4, das bei diesem Beispiel mit einem Stutzen verbunden ist, aus dem kastenförmigen Gebilde 1 abgezogen werden.

10

15

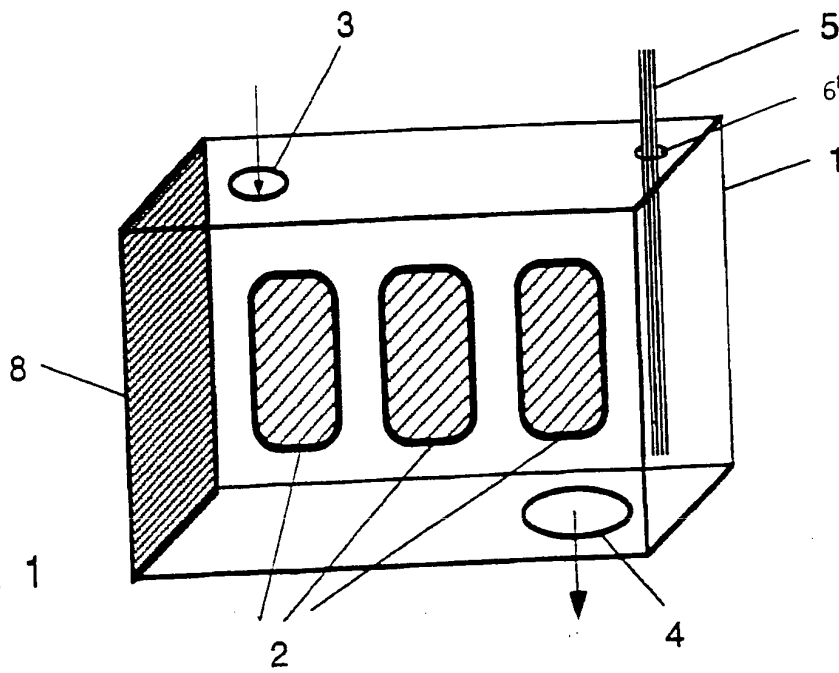


Fig. 1

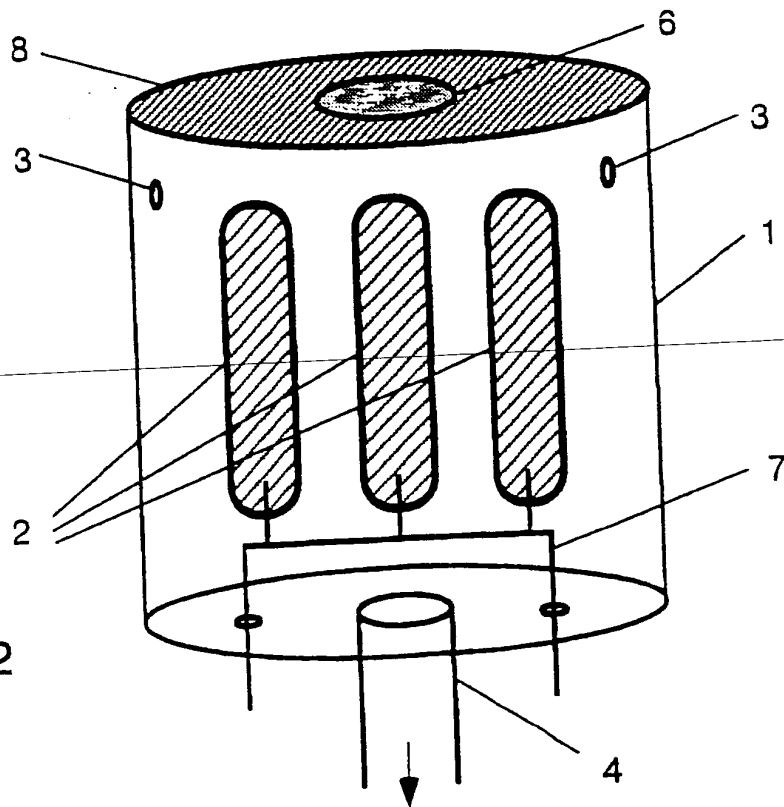


Fig. 2

Zusammenfassung

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Ver-
fahren zur Beschichtung und/oder Oberflächenmodifi-
zierung von Gegenständen im Vakuum unter Verwendung
eines Plasmas, wobei die Möglichkeit besteht, vielge-
staltige Gegenstände allseitig zu beschichten bzw. zu
10 modifizieren, ohne daß ein großer anlagentechnischer-
bzw. verfahrenstechnischer Aufwand erforderlich sind.
Erfindungsgemäß wird ein kastenförmiges Gebilde (1)
aus einem elektrisch leitenden Material verwendet,
das eine Vakuumkammer bildet oder in eine Vakuumkam-
15 mer einführbar ist. In das kastenförmige Gebilde kön-
nen Gegenstände (2) durch mindestens eine ver-
schließbare Öffnung (8) in einem Abstand zur inneren
Wandung eingesetzt werden. Außerdem sind mindestens
eine Öffnung (3) zur Zu- und mindestens eine Öffnung
20 (4) zur Abfuhr von Arbeitsgas sowie eine Öffnung (6,
6') zur Einführung von Energie für die Erzeugung ei-
ner Glimmentladung vorhanden und das kastenförmige
Gebilde (1) weist ein gegenüber dem mit der Glimment-
ladung erzeugten Plasma elektrisch negatives Potenti-
25 al auf.

(Fig. 1)

Fig. 1

